

УДК 595.771

БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МАЛЯРІЇ: ПЕРЕНОСНИКИ
Павліченко В.І., Приходько О.Б., Ємець Т.І., Малєєва Г.Ю.
Запорізький державний медичний університет
pavlichenko.victor@gmail.com

Проаналізовано сучасне стан досліджуваних малярійних комарів комплексу *maculipennis*. Для диференційованої діагностики видів використовуються популяційно-генетическі методи. Установлено, що найбільшу розповсюдженість серед малярійних комарів Палеарктики має поліморфний вид *Anopheles messeae* Falleroni, 1926. Еколого-фауністическі дослідження *An. messeae* на урбанізованих територіях показали, що він евригамний, еврیتопний і переважно ендотільний вид. Фауна малярійних комарів України налічує 7 видів: *An. messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger*, *An. algeriensis*. Для встановлення їх епідеміологічного значення необхідні моніторингові регіональні еколого-фауністическі дослідження.

Малярійні комари, фауна України, популяційно-генетическі методи, еколого-фауністическі дослідження.

Багато років важливою світовою проблемою залишається малярія, особливо для тропічних країн, а завдяки міграційним процесам ця хвороба знову розповсюджується в країнах Європи, в тому числі і в Україні, де смертність від неї реєструється все частіше [4].

Провідний інфекціоніст МОЗУ, проф. О.А. Голубовська [7] вважає, що в Україні кожен десятий хворий на малярію помирає. Це пов'язано в першу чергу з дуже низьким рівнем знань лікарів з цього питання, а по-друге – з поступовим зникненням спеціалістів-маляріологів (лікарів, ентомологів, гідротехніків) за відсутності їх підготовки в нашій державі [4].

У 2015 р., на 68-й сесії Всесвітньої Асамблеї охорони здоров'я, був прийнятий «Проект глобальної технічної стратегії боротьби з малярією на 2016–2030 роки». Одним із

завдань Проєкту є запобігання поновленню передачі малярії у всіх вільних від неї країнах, шляхом відповідного ентомологічного нагляду та моніторингу для забезпечення ефективної боротьби з переносниками. Наразі боротьба з переносниками може проводитись тільки на основі місцевих епідеміологічних та ентомологічних даних, з врахуванням резистентності малярійних комарів до інсектицидів та їх поведінки.

З більше ніж 500 видів роду *Anopheles*, приблизно 70 видів здатні переносити збудників малярії людини, але справжню загрозу людству становить 41 вид/комплекс видів, серед яких найбільш поширеним є комплекс *An. maculipennis* – основний переносник малярії у Палеарктиці [8]. Ідентифікація видів комплексу *maculipennis* спочатку проводилась тільки за морфологічними ознаками та згодом були розроблені нові методи видової діагностики, цитогенетичні та молекулярно-генетичні, які постійно вдосконалюються і дозволяють чітко визначати види [9, 20–22, 26, 27].

О.В. Безжонова [2] наводить список видів комплексу *Anopheles maculipennis*:

1. 11 для Палеарктики (*An. artemievi* Gordeev, Zvanzov, Goryacheva, Shaikovich and Ejov, *An. atroparvus* van Thiel, *An. beklemishevi* Stegnii & Kabanova, *An. daciae* Linton, Nicolescu & Harbach, *An. labranchiae* Falleroni, *An. maculipennis* Meigen, *An. martinius* Shingarev, *An. melanoon* Hackett, *An. messeae* Falleroni, *An. persiensis* Linton, Sedaghat & Harbach and *An. sacharovi* Favre);

2. 5 для Неоарктики (*An. occidentalis* Dyar and Knab, *An. aztecus*, Hoffman, *An. freeborni* Aitken, *An. earlei* Vargas, *An. hermsi* Barr and Guptavanij);

3. 8 для країн близького зарубіжжя (*An. artemievi*, *An. atroparvus* van Thiel, *An. beklemishevi* Stegnii & Kabanova, *An. maculipennis* Meigen, *An. martinius* Shingarev, *An. melanoon* Hackett, *An. messeae* Falleroni, *An. sacharovi* Favre).

Кожен вид має певний географічний діапазон, який може змінюватися, а межі цих змін залежать від багатьох факторів: клімату, урбанізації, антропогенної трансформації природних ландшафтів, міграції населення та ін. і, як наслідок, зміна біології, епідеміологічного значення та видового складу переносників малярії. Не всі переносники мають однакове епідеміологічне значення. Найбільшу небезпеку становлять види, біологічні особливості яких підвищують зустрічальність комарів з людиною: висока чисельність, здатність розвитку в антропогенних біотопах, високий рівень антропофілії, ендофагії та ендофілії [3, 12, 26, 27].

На сьогодні, фауна малярійних комарів України налічує 7 видів: *Anopheles messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger* та *An. algeriensis* [10], але узагальнюючих праць щодо цих переносників збудників малярії немає.

Мета роботи – провести науковий пошук сучасного стану досліджень малярійних комарів.

Головною всесвітньо відомою зоологічною установою в Україні є Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАНУ, науковці якого, на основі своїх досліджень, написали 40 монографій серії видань «Фауна України». На жаль, серед цих фундаментальних праць монографічні зведення по кровосисним комарам допоки відсутні, але науковці Інституту проводять ґрунтовні багаторічні дослідження куліцид, огляд яких зацікавить фахівців, викладачів вищих навчальних закладів і ентомологів-практиків.

В.Б. Шуваликов [26] проводив багаторічні дослідження різноманітних біотопів розвитку преімагінальних фаз малярійних комарів у Нижньому Придніпров'ї і встановив масову зустрічальність 4-х видів: *An. hyrcanus*, *An. maculipennis*, *An. messe* та *An. atroparvus*.

Диференціація цих видів-двійників була проведена за допомогою цитогенетичного аналізу, який ґрунтується на особливостях будови політених хромосом слинних залоз

личинок комарів. Цю методику запропонував у 1947 р. Г. Фріцці [28], який зробив опис каріотипу малярійних комарів та склав хромосомну карту личинок *An. atroparvus*. У комарів диплоїдний набір хромосом – $2n=6$: статеві хромосоми мають по одному плечу, аутосоми по два (L – індекс довгого плеча; R – короткого). Загалом всі хромосоми *An. atroparvus* розбиті на 39 районів, а вони в свою чергу на ділянки, тому каріотип цього виду прийнятий як «стандартний» і використовується при порівнянні політених хромосом комплексу «*maculipennis*», оскільки цей вид визнаний філогенетично вихідним [8].

Цитогенетичний аналіз видів малярійних комарів Нижнього Придніпров'я підтвердив їх біотопічну спеціалізацію та надав можливість диференційного вивчення їх екології.

Загалом у заплавах Дніпра (околиці м. Гола Пристань) з 2001 по 2006 р.р. домінував *An. messeae*, досягаючи інколи 100 % у зборах, але на віддаленні в 35 км (с. Бехтери) у різних водоймах антропогенного походження (каналах зруйнованої зрошувальної системи), де він теж зустрічався, зростала чисельність інших видів малярійних комарів – *An. maculipennis* до 39,9 %, *An. hyrcanus* до 64,0 % та *An. atroparvus* до 79,9 % [26].

Одночасно з екологічними дослідженнями проводився аналіз генетичної структури цих двох популяцій личинок *An. messeae* з природних та «штучних» водойм, в результаті встановлено:

– чітку міжпопуляційну диференційність за рівнем інверсій 3L1 у третій хромосомі, який був більшим у популяції Бехтер;

– дестабілізацію генетичної структури обох популяцій, що проявилась у різкому одночасному зниженні частот інверсій 3L1 та 3R1 у третій хромосомі. Оскільки це співпало зі зміною клімату, то автор розглядає зміни у перебудові хромосом личинок преадаптивною відповіддю виду на регіональні прояви глобального потепління [27].

Інверсійний поліморфізм популяцій малярійних комарів також встановлено в дослідженнях В.П. Перевозкіна та співавт. [18], проведених у Центральній Європі (Німеччина, Польща, Білорусь) вздовж 52° п. ш. Виявлено 2 види: *An. maculipennis* та *An. messeae*, при чому останній був домінуючим. Саме у популяціях личинок *An. messeae* виявлена значима інверсійна мінливість статевої хромосоми XL та правого плеча третьої аутосоми 3R.

Очевидно, вважають автори, ці зміни в каріотипі личинок є адаптивними, а їх причиною є екологічні особливості різних регіонів Європи та локальні біотопічні фактори [18].

Крім політених хромосом слинних залоз личинок, для ідентифікації видів «*maculipennis*» використовують політенні хромосоми трофоцитів дорослих самиць. Як відомо, політенні хромосоми в інтерфазному ядрі цих клітин розташовані не хаотично, а упорядковано, завдяки утворенню контактів з ядерною оболонкою, що забезпечує їх тримірну орієнтацію [20–22].

Присутність/відсутність районів прикріплення, розташування їх на хромосомі та склад використовуються для діагностики гомосеквентних видів. Наприклад, у комплексі «*maculipennis*» тільки у виду *An. messeae* XL-хромосома з'єднується з ядерною оболонкою інтеркалярним гетерохроматином, який складається з різних МГЕ (мобільних генетичних елементів): LTR-ретротранспозонів (6 одиниць), LINE-елементів (16 одиниць) та 11 транспозонів типу «вирізування-вставка» [1].

Цікаво, що в цьому районі прикріплення XL-хромосоми *An. messeae* знаходяться МГЕ хребетних тварин, в тому числі *Homo sapiens*, та рослин.

При дослідженні малярійних комарів також використовуються молекулярно-генетичні методи: аналіз рибосомних генів ITS2 та мітохондріального гена *cox1*. Виявлено, що *An. messeae* характеризується видовим та геномним поліморфізмом за молекулярними формами ITS2,

серед яких встановлено 29 поліморфних сайтів, можливо адаптивного значення [5, 8].

Загалом, комплексне використання морфологічного, цитогенетичного та молекулярно-генетичного методів, дозволило встановити, що *An. messeae* найбільш розповсюджений вид серед малярійних комарів Палеарктики; ідентифікувати та описати нові види комплексу «*maculipennis*» *An. beklemishevi* (Stegnii & Kabanova) та *An. artemievi* (Gordeev, Zvantzov, Goryacheva, Shaikovich and Ejev); довести, що мінливість *An. daciae* (Linton, Nicolescu & Harbach) знаходиться в межах мінливості *An. messeae* і тому його не можна виділяти в окремий вид [2, 8, 17–22].

Наведені популяційно-генетичні дослідження комарів мають значення в першу чергу для науковців, а для ентомологів-практиків важливі еколого-фауністичні дослідження.

Н.П. Кілочницька [12], вивчаючи кровосисних комарів в умовах м. Київ, вважає, що в адаптивній еволюції *Diptera* «провідною» фазою є личинка, а «веденою» – імаго, яка більш консервативна. Зростаюча урбанізація ландшафтів призводить до зміни видової різноманітності та екології кровосисних комарів і збільшення їх синантропної фауни в результаті виникнення комплексу преадаптацій у личинок та імаго.

Для личинок характерні такі фактори: полістаціональність, тобто здатність до розвитку не тільки у природних водоймах, але й водоймах антропогенного походження, де відсутні хижаки та паразити, що значно збільшує шанси виду на виживаність. Так, за даними санепідемслужби м. Київ, щільність личинок малярійних комарів у різних водоймах коливається від 0,8 до 3,0 речовини/м² [12].

У імагінальної фази до синантропії формуються наступні преадаптації: поліфагія, толерантність до коливань кліматичних факторів, збільшення радіусу поширення [12].

Дослідження трофічних зв'язків *An. maculipennis* у зоні впливу Каховського водосховища виявило серед цих комарів дві групи. Для першої годувальниками були велика рогата худоба та люди, для другої – свині та птахи, що свідчить про гетерогенність даної популяції [6].

В урбаносеннозах годувальниками малярійних комарів теж є тварини та люди, але трофічна перевага за останніми. Багаторічні дослідження куліцид в умовах м. Київ показали, що серед 35 видів антропофільних комарів домінував *An. maculipennis (complex)*, досягаючи інколи у зборах 66,0 % (в середньому – 35,6 %), що дає підстави вважати його за типом трофічної поведінки переважно ендofільним видом [11, 12, 15].

Ґрунтовне вивчення малярійних комарів Харківщини проводила А.К. Шевченко [23]. Вона відмічала, що основні місця укриття *An. maculipennis* це приміщення, в яких домінують самиці старшого віку, а саме вони в епідеміологічному плані є найбільш небезпечними [24].

Відносно толерантності імаго до коливань кліматичних факторів, то в умовах м. Київ стаціональний розподіл самиць на днівках становив для *An. maculipennis* у приміщеннях (сарай, підвали, льохи) 64,59 % (поза приміщеннями – 35,41 %), а для *An. messeae* – 65,25 і 34,75 %, відповідно [13, 14]. Такий розподіл малярійних комарів у господарських приміщеннях та поза ними позитивно корелював з температурою навколишнього середовища. У спекотні дні температура повітря у сараях була на 2–4, у підвалах на 4–11, а в льохах – на 4–12 °С нижча, ніж поза приміщеннями [14].

За результатами проведених досліджень малярійних комарів на території Києва Н.П. Кілочицька [15] вважає, що два домінуючі види *An. messeae* та *An. maculipennis* за екологічним статусом – евригамні, евритопні та переважно ендofільні види, а *An. claviger* – евригамний, евритопний, екзофільний.

Збільшення радіусу поширення кровосисних комарів в умовах м. Київ відбувається під час їх міграції вздовж річок, автомобільних та залізничних доріг.

Загалом, малярійні комари на території України поширені в різних стаціях: *An. messeae* домінує в низинах та долинах річок; *An. maculipennis* – на підвищеннях та вододілах; *An. atroparvus* – в низинах з солонуватими водоймами в Приазов'ї та Причорномор'ї; *An. claviger* зустрічається повсюдно; *An. plumbeus* поширений переважно у північних територіях, а *An. hyrcanus* – у південних [6, 10, 16, 23–27].

Таким чином, для зниження ризику розповсюдження малярії необхідні моніторингові регіональні еколого-фауністичні дослідження переносників її збудників.

Висновки

1. За допомогою популяційно-генетичного аналізу проводиться диференційна діагностика видів комплексу *maculipennis* та встановлено, що найбільшу поширеність серед малярійних комарів Палеарктики має *Anopheles messeae* Falleroni, який характеризується різними типами хромосомних перебудов, формуючих каріофонд.

2. Еколого-фауністичні дослідження трофічної та статевої поведінки, біотопів розвитку личинок та стаціального розподілу імаго *Anopheles messeae* Falleroni на урбанізованих територіях свідчать, що він евригамний, евритопний та переважно ендоефільний вид.

3. Фауна малярійних комарів України налічує 7 видів: *Anopheles messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger* та *An. algeriensis*. Для встановлення їх епідеміологічного значення необхідні моніторингові регіональні еколого-фауністичні дослідження.

Література:

1. Артемов Г.Н. Мобильные генетические элементы районов прикрепления хромосом к ядерной оболочке трофоцитов малярийных комаров / Артемов Г.Н., Фисенко О.Ю., Стегний В.Н. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т. 15. – С. 304–312.

Artemov G.N. Mobilnyie geneticheskie elementy rayonov prikrepleniya hromosom k yadernoy obolochke trofotsitov malyariynyih komarov / Artemov G.N., Fisenko O.Yu., Stegny V.N. // Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. – 2011. – T. 15. – S. 304–312.

2. Безжонова О.В. Комплексы видов кровососущих комаров рода *Anopheles* (Diptera, Culicidae) России и ближнего зарубежья: дис.... канд. биол. наук: 03.02.05/03.02.07 / Безжонова Оксана Владимировна. – М., 2011. – 153 с.

Bezzhonova O.V. Kompleksyi vidov krovososuschih komarov roda Anopheles (Diptera, Culicidae) Rossii i blizhnego zarubezhya: dis.... kand. biol. nauk: 03.02.05/03.02.07 / Bezzhonova Oksana Vladimirovna. – M., 2011. – 153 s.

3. Беклемишев В.Н. Ареалы некоторых видов *Anopheles* в СССР и причины, их обуславливающие / В.Н. Беклемишев, А.Н. Желоховцев // Бюл. МоИП, отд. биологии. – 1945. – Т. 50. – № 1/2. – С. 56–63.

Beklemishev V.N. Arealyi nekotoryih vidov Anopheles v SSSR i prichinyi, ih obuslovlivayuschie / V.N. Beklemishev, A.N. Zhelohovtsev // Byul. MoIP, ot d. biologii. – 1945. – T. 50. – № 1/2. – S. 56–63.

4. Бодня Е.И. Малярия / Е.И. Бодня // Мистецтво лікування. – 2006. – № 6 (32). – С. 4–12.

Bodnya E. I. Malyariya / E.I. Bodnya // Mistetstvo likuvannya. – 2006. – № 6 (32). – S. 4–12.

5. Ваулин О.В. Географическая изменчивость ITS2 рДНК и COI мтДНК и криптические виды малярийных комаров *Anopheles messeae* Fall. (DIPTERA: CULICIDAE) /

О.В. Ваулин, Ю.М. Новиков // Вестник ВОГуС. – 2010. – Т. 14. – № 3. – С. 546–557.

Vaulin O.V. Geograficheskaya izmenchivost ITS2 rDNK i COI mtDNK i kripticheskie vidy malyariynogo komarov *Anopheles messeae* Fall. (DIPTERA: CULICIDAE) / O.V. Vaulin, Yu.M. Novikov // Vestnik VOGiS. – 2010. – Т. 14. – № 3. – С. 546–557.

6. Воронова Н.В. Кровосисні двокрили (Diptera) степового Придніпров'я: монографія / Воронова Н.В., Горбань В.В., Павліченко В.В. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – 208 с.

Voronova N.V. Krovosisni dvokrili (Diptera) stepovogo Pridniprovia: monografiya / Voronova N.V., Gorban' V.V., Pavlichenko V.V. – Zaporizhzhya: ZNU, 2008. – 208 s.

7. Голубовская О.А. Малярия: монография / Голубовская О.А., Шкурба А.В., Колос Л.А. – К: «Медицина», 2015. – 288 с.

Golubovskaya O.A. Malyariya: monografiya / Golubovskaya O.A., Shkurba A.V., Kolos L.A. – K: «Meditsina», 2015. – 288 s.

8. Горячева И.И. Генетическое изучение популяций насекомых в связи с их инвазивностью и биологическими эффектами бактериальных симбионтов: дис....докт. биол. наук: 03.02.07 / Горячева Ирина Игоревна. – М., 2016. – 320 с.

Goryacheva I.I. Geneticheskoe izuchenie populyatsiy nasekomyih v svyazi s ih invazivnostyu i biologicheskimi effektami bakterialnyih simbiontov: dis.....dokt. biol. nauk: 03.02.07 / Goryacheva Irina Igorevna. – M., 2016. – 320 s.

9. Гуцевич А.М. Насекомые двукрылые. Комары / Гуцевич А.М., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. – Л.: Наука, 1970. – Т. 3. – Вып. 4. – 384 с.

Gutsevich A.M. Nasekomyie dvukrylyie. Komaryi / Gutsevich A.M., Monchadskiy A.S., Shtakelberg A.A. – L.: Nauka, 1970. – Т. 3. – Вып. 4. – 384 s.

10. Кілочицька Н.П. *Короткий визначник кровосисних комарів фауни України / Н.П. Кілочицька. – К.: Геопринт, 2008. – 90 с.*

Kilochitska N.P. Korotkiy viznachnik krovosisnih komariv fauni Ukraini / N.P. Kilochitska. – K.: Geoprint, 2008. – 90 s.

11. Кілочицька Н.П. *Зміни куліцидофауни Києва за останні 30 років / Н.П. Кілочицька, П.Я. Кілочицький // Вестник зоології. – 2009. – № 23. – С. 58–62.*

Kilochitska N.P. Zmini kulitsidofauni Kiєva za ostanni 30 rokiv / N.P. Kilochitska, P.Ya. Kilochitskiy // Vestnik zoologii. – 2009. – № 23. – S. 58–62.

12. *Kilochytska N.P. Synantropy of bloodsucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) under conditions of Kyiv / N.P. Kilochytska // Vestnik Zoologii. – 2012. – № 46. – P. 461–466.*

13. Кілочицькая Н.П. *Динамика популяцій кровососущих комаров на території г. Києв / Н.П. Кілочицькая // VIII з'їзд ГО «Українське ентомологічне товариство», 26 серпня 2013 р.: тези доп. – К., 2013. – С. 63–64.*

Kilochitskaya N.P. Dinamika populyatsiy krovososuschih komarov na territorii g. Kiev / N.P. Kilochitskaya // VIII z'yizd GO «Ukrayinske entomologichne tovaristvo», 26 serpnya 2013 r.: tezi dop. – K., 2013. – S. 63–64.

14. Кілочицька Н.П. *Стаціональний розподіл самок кровосисних комарів у Солом'янському районі Києва / Н.П. Кілочицька. // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, медицина. – 2013. – 4(2). – С. 71–75.*

Kilochitska N.P. Statsialniy rozpodil samok krovosisnih komariv u Solom'yanskomu rayoni Kiєva / N.P. Kilochitska. // Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Biologiya, meditsina. – 2013. – 4(2). – S. 71–75.

15. Кілочицька Н.П. *Екологічні статуси комарів м. Київ / Вивчення та збереження біорізноманіття в сучасних умовах: Матеріали заочної Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 180-річчю заснування кафедри зоології. – К., 2014. – С. 32–35.*

Kilochitska N.P. Ekologichni statusi komariv m. Kiyiv / Vivchennya ta zberezhenya bioriznomanittya v suchasnihi umovah: Materiali zaochnoyi Vseukrayinskoyi naukovoyi konferentsiyi, prisyvachenoyi 180-richchyu zasnivannya kafedri zoologiyi. – K., 2014. – S. 32–35.

16. *Левицький О. Історія дослідження кровосисних комарів Українського Полісся / О. Левицький // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. – 2016. – № 12. – С. 88–93.*

Levitskiy O. Istoriya doslidzhennya krovosisnih komariv Ukrayinskogo Polissya / O. Levitskiy // Naukoviy visnik ShidnoEvropeyskogo natsionalnogo universitetu Im. Lesi Ukrayinki. – 2016. – № 12. – S. 88–93.

17. *Москаев А.В. Экологическая специализация видов-двойников малярийных комаров Европейской части России: дис.... канд. биол. наук: 03.02.08 / Антон Вячеславович Москаев. – М., 2012. –149 с.*

Moskaev A. V. Ekologicheskaya spetsializatsiya vidov-dvoynikov malyariynyih komarov Evropeyskoy chasti Rossii: dis.... kand. biol. nauk: 03.02.08 / Anton Vyacheslavovich Moskaev. –M., 2012. –149 s.

18. *Перевозкин В.П. Популяционно-видовая структура малярийных комаров Центральной Европы / Перевозкин В.П., Минич А.С., Багаутдинова Г.Т. // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2013. – 8 (136). – С. 70–74*

Perevozkin V.P. Populyatsionno-vidovaya struktura malyariynyih komarov Tsentralnoy Evropyyi / Perevozkin V. P., Minich A.S., Bagautdinova G.T. // Vestnik TGPU (TSPU Bulletin). – 2013. – 8 (136). – S. 70–74

19. *Сибатаев А.К. Филогения и таксономический статус близкородственных видов кровососущих комаров р.р. Anopheles Meigen и Culex Linnaeus фауны России и сопредельных территорий: дис... докт. биол. наук: 03.00.08 / Сибатаев Ануарбек Каримович. – Томск, 2007. – 284 с.*

Sibataev A.K. Filogeniya i taksonomicheskij status blizkorodstvennyih vidov krovososuschih komarov r.r. Anopheles

Meigen i Culex Linnaeus fauny Rossii i sopredelnyih territoriy: dis... dokt. biol. nauk: 03.00.08 / Sibataev Anuarbek Karimovich. – Tomsk, 2007. – 284 s.

20. Стегний В.Н. Цитозэкологическое изучение природных популяций малярийного комара на территории СССР. Сообщение 1: Выделение нового вида *Anopheles* в комплексе «*maculipennis*» цитогенетическим методом / В.Н. Стегний, В.М. Кабанова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1976. – № 2. – С. 192–198.

Stegniy V.N. Tsitoeologicheskoe izuchenie prirodnih populyatsiy malyariynogo komara na territorii SSSR. Soobschenie 1: Vydelenie novogo vida Anophelesv komplekse «maculipennis» tsitogeneticheskim metodom / V.N. Stegniy, V.M. Kabanova // Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni. – 1976. – № 2. – S. 192–198.

21. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров / В.Н. Стегний. – Томск: Изд-во Томского университета, 1991. – 136 с.

Stegniy V.N. Populyatsionnaya genetika i evolyutsiya malyariynyih komarov / V.N. Stegniy. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta, 1991. – 136 s.

22. Стегний В.Н. Архитектоника генома, системные мутации и эволюция / В.Н. Стегний. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 1993. – 110 с.

Stegniy V.N. Arhitektonika genoma, sistemnyie mutatsii i evolyutsiya / V.N. Stegniy. – Novosibirsk: Izd-vo Novosibirskogo universiteta, 1993. – 110 s.

23. Шевченко А.К. Малярийные комары Харьковской области и борьба с ними при помощи препаратов ДДТ и гексахлорана. // Автореф. канд. дисс. – Харьков: Изд-во ХГУ. – 1955. – 20 с.

Shevchenko A.K. Malyariynye komaryi Harkovskoy oblasti i borba s nimi pri pomoschi preparatov DDT i geksahlorana. // Avtoref. kand. diss. – Charkov: Izd-vo HGU. – 1955. – 20 s.

24. Шевченко А.К. Эколого-фаунистические исследования кровососущих комаров (*Diptera, Culicidae*) на

Україне / А.К. Шевченко // *Вестник зоології*. – 1968. – № 3. – С. 62–70.

Shevchenko A.K. *Ekologo-faunisticheskie issledovaniya krovososuschiy komarov (Diptera, Culicidae) na Ukraine* / A.K. Shevchenko // *Vestnik zoologii*. – 1968. – № 3. – С. 62–70.

25. Шеремет В.П. Кровосисні комарі України: Навч. посібник для студентів біологічного факультету / В.П. Шеремет. – К.: РВЦ Київський університет, 1998. – 34 с.

Sheremet V.P. *Krovosisni komari Ukraini: Navch. posibnik dlya studentiv biologichnogo fakultetu* / V.P. Sheremet. – К.: RVTs KiYivskiy universitet, 1998. – 34 s.

26. Шувалик В.Б. Цитогенетический мониторинг популяций малярийных комаров в Нижнем Приднепровье / В.Б. Шувалик // *Vestnik zoologii*. – 2008. – 42(3). – С. 249–254.

Shuvalikov V.B. *Tsitogeneticheskij monitoring populyatsiy malyariynykh komarov v Nizhnem Pridneprove* / V.B. Shuvalikov // *Vestnik zoologii*. – 2008. – 42(3). – С. 249–254.

27. Шувалик В.Б. Мониторинг инверсионного полиморфизма в популяциях малярийного комара *Anopheles messeae* (Diptera, Culicidae) из Нижнего Приднепровья / В.Б. Шувалик // *Vestnik zoologii*. – 2011. – 45(4). – С. 337–341.

Shuvalikov V.B. *Monitoring inversionnogo polimorfizma v populyatsiyah malyariynogo komara Anopheles messeae (Diptera, Culicidae) iz Nizhnego Pridneprovya* / V.B. Shuvalikov // *Vestnik zoologii*. – 2011. – 45(4). – С. 337–341.

28. Frizzi G. Salivary gland chromosomes of *Anopheles* / G. Frizzi // *Nature*. – 1947. – Vol. 160. – P. 226–229.

BIOLOGICAL ASPECTS OF MALARIA: VECTORS

Pavlichenko V.I., Prikhodko O.B., Yemets T.I., Maleeva G.Yu.
Zaporizhzhya State Medical University

pavlichenko.victor@gmail.com

For many years malaria remains an important global problem, especially for tropical countries. Due to migration processes, this disease is spreading again in the countries of Europe, including Ukraine, where mortality from it is registered more and more often [4].

The main vector of malaria pathogens in Palaearctic is a complex of *An. maculipennis* mosquitoes [8].

The greatest threat can cause species, whose biological properties can increase the rate of mosquitoes and human encounters: high numbers, the ability to develop in anthropogenic biotopes, high level of anthropophilia, endophagia and endophilia [3, 12, 26, 27].

The aim of the article is to conduct the scientific research of the current situation with studying of malaria mosquitoes.

With the help of populative-genetical analysis a differential diagnostics of species of *maculipennis* complex is established. It is proved, that the most prevalent among malarial mosquitoes in Palaearctic is *Anopheles messeae* Falleroni. This mosquito is characterized by different types of chromosome rearrangements which form karyotype reserve [18].

V.B. Shuvalikov [26] conducted the long-term studies of the genetic structure of two populations of larva *An. messeae* in the Lower Dnieper. As a result, a clear interpopulative differentiation was established based on the level of inversions of 3L1 in the third chromosome.

The inversional polymorphism of *An. messeae* populations was found in studies by Perovozkin V.P. and et al. [18] conducted in Central Europe (Germany, Poland, Belarus) during 52° n. b.

It was also discovered that *An. messeae* is characterized by species and genomic polymorphism by the molecular forms of ITS2 [5, 8].

In addition to the genetic study of mosquitoes, eco-faunal studies are important for entomologists-practitioners.

With the help of eco-faunal studies of hemopoietic mosquitoes in Kyiv Kilochitska N.P. [12, 15] believes that *Anopheles messeae* in urbanized areas is eurigamous, eurytopic and most of all endophylic genus.

Today, the fauna of malarial mosquitoes in Ukraine has 7 species: *Anopheles messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger* and *An. algeriensis* [10].

Conclusions.

1. With the help of populative-genetical methods it was discovered, that the most prevalent among malaria mosquitoes of Palaearctic is polymorphic genus *Anopheles messeae*. It is characterized by inversion polymorphism of populations and species and genomic polymorphism by molecular forms ITS2.

2. Ecological and fauna researches of *An. messeae* in urbanized areas showed, that this genus is eurigamous, eurytopic and most of all endophylic.

3. Fauna of malarial mosquitoes in Ukraine has 7 species: *Anopheles messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger* and *An. algeriensis*. Regional eco-faunal studies are required to establish their epidemiological significance.

UDC 595.36

PARAMETERS OF HISTOLOGICAL ADAPTATION OF MARBLED CRAYFISH *PROCAMBARUS FALLAX F.* *VIRGINALIS* (DECAPODA) TO THE POLLUTION WITH ZINC IONS

***Marenkov O. M., Holoborodko K. K., Voronkova Y. S.
Kurchenko V. O.***

***Oles Honchar Dnipro National University
gidrobions@gmail.com***